

Docket No.: GR99P1915

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : THOMAS REISINGER ET AL.

Filed : Concurrently herewith

Title : METHOD AND DEVICE FOR CARRYING OUT SIMPLEX DATA
TRANSMISSION



CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119,
based upon the German Patent Application 199 24 017.5, filed May 26, 1999.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted
herewith.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "W. Stemer", written over a horizontal line.

For Applicants

WERNER H. STEMER
REG. NO. 34,956

Date: November 26, 2001

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/cp



1c580 U.S. PTO
09/994197
11/26/01

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

199 24 017.5

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Anmeldetag:

26. Mai 1999

Anmelder/Inhaber:

Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Simplex-
Datenübertragung

IPC:

H 04 L, H 04 B, B 60 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. November 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wossmair



3

Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Simplex-Datenübertragung

- 5 Verfahren zur Simplex-Datenübertragung eines einer Trägerfrequenz aufmodulierten Datentelegramms, insbesondere zur Simplex-Funkübertragung in einem Funk-Zugangssteuersystem, bei dem das Datentelegramm zur Erhöhung der Störsicherheit mehrfach übertragen wird, wobei die Mehrfachübertragung bei mindestens zwei unterschiedlichen Trägerfrequenzen ausgeführt wird.
- 10

(Fig. 1)

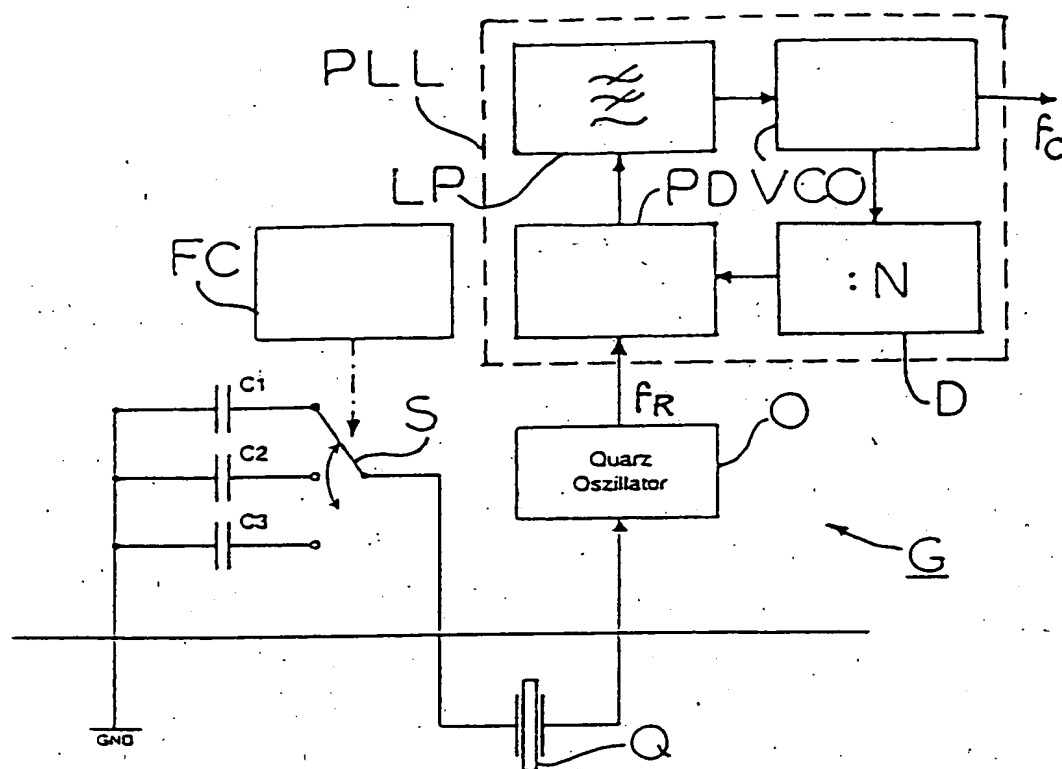


Fig. 1

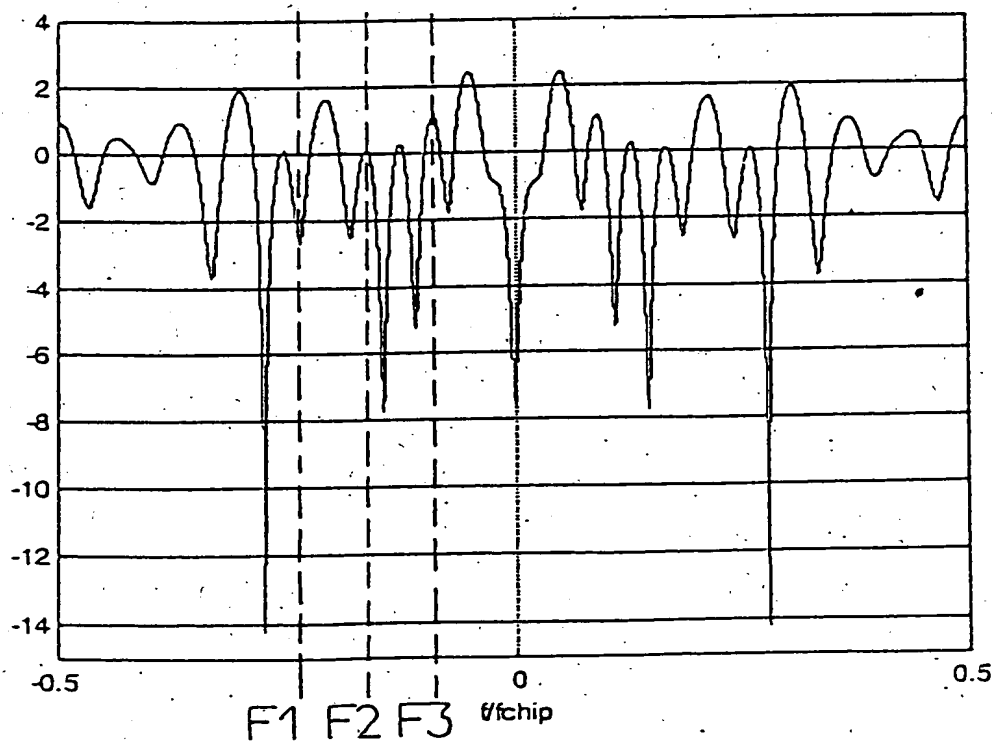


Fig. 2

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Simplex-Datenübertragung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Simplex-Datenübertragung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

10 Elektronische Zugangssteuersysteme haben in den letzten Jahren in verschiedenen Bereichen eine überraschend schnelle und weite Verbreitung gefunden. Die Funktionalität solcher Systeme wird ständig weiter ausgebaut, und gleichlaufend damit steigen die Ansprüche an die Störsicherheit der Übertragung. So haben sich im Automobilbau die klassischen Funkschließsysteme, die anfangs nur die Bedeutung einer (von vielen Autofahrern als überflüssig erachteten) Komfortfunktion hatten, 15 inzwischen zu komplexen Systemen gewandelt, über die nicht nur der Zugang zum Fahrzeuginnenraum erreicht wird, sondern über die zudem Fahrzeugfunktionen gesteuert werden. Die Benutzerauthentifikation erfolgt dabei durch die Übermittlung eines Zugangscode, und zwar bei modernen Systemen per Funk. Perspektivisch ist auch vorgesehen, neben dem Zugangscode benutzerspezifische Daten zu übertragen, die für die Steuerung bestimmter Funktionen benötigt werden. Auch unter Berücksichtigung eines somit ansteigenden Umfangs der entsprechenden 25 Datentelegramme sowie der durch die Spezifikationen der Automobilhersteller gegebenen zeitlichen Limitierungen für den Gesamt-Übertragungsvorgang sind die Bitraten relativ niedrig, und es werden einfache Modulationsverfahren (etwa OOK = On-Off-Keying oder FSK = Frequency-Shift-Keying) sowie natürlich aus Kosten- und Platzgründen möglichst einfache Sender- und 30 Empfänger-Strukturen verwendet.

35 Neben der Automobiltechnik bildet die Gebäudetechnik einen weiteren Einsatzschwerpunkt von Funk-Zugangssteuersystemen. Neben den seit längerem eingesetzten Garagentorsteuerungen

gewinnen hierbei Zugangssteuersysteme in Betrieben und öffentlichen Gebäuden ein wachsendes Einsatzgebiet.

Ein grundsätzliches Problem bei der weiteren Verbreitung von Funk-Zugangssteuersystemen liegt darin, daß das Frequenzband, in dem diese Systeme arbeiten müssen (in Europa das ISM-Band von 433,05 bis 434,79 Mhz) nicht nur von der stark ansteigenden Anzahl solcher Systeme, sondern zudem auch durch Einbruchsmeldeanlagen, Telemetriestrecken, medizintechnische Geräte, Funkfernsteuerungen für Modellautos, Sprechfunkverbindungen und Kransteuerungen genutzt wird. In einzelnen Ländern sind auch weitere Nutzer zu beachten, so in Großbritannien Repeater-Stationen. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß Funk-Zugangssteuersysteme im Hinblick auf die geringe benötigte Reichweite und im Interesse einer langen Batterielebensdauer mit sehr geringen Sendeleistungen im μW -Bereich arbeiten. Angesichts dieser Umstände kann es nicht verwundern, daß bei Funk-Zugangssteuersystemen zunehmend häufig Störungen, unter ungünstigen Umständen sogar Totalausfälle, auftreten.

Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Zuverlässigkeit besteht im Vorsehen redundanter, auf andere Weise arbeitender Übertragungsstrecken, etwa einer Infrarotstrecke. Hierfür sind jedoch zusätzliche, auf völlig anderen Prinzipien basierende und daher in keiner Weise in das Hauptsystem zu integrierende Sender und Empfänger erforderlich, was zu einem Ansteigen des Kostenaufwandes und auch des Platzbedarfes führt. Auch die Nutzung aufwendigerer Codierungsverfahren, ebenso wie die Benutzung ausgesucht schmalbandiger Übertragungsstrecken führt in der Regel zu einer erheblichen Kostensteigerung. Die beispielsweise aus der Mobilfunktechnik bekannte Anwendung von Fehlerkorrekturmechanismen, die auf der künstlichen Hinzufügung von Redundanz zum Datentelegramm beruhen, um die Übertragungssicherheit zu erhöhen, erfordert ebenfalls einen relativ hohen Hard- und Softwareaufwand und daher für preisgünstige Funk-Zugangssteuersysteme - wie sie im Automobilbau

gefordert werden - ebenfalls aus Kostengründen wenig geeignet.

Die ebenfalls bekannte Maßnahme einer mehrfachen Übertragung
5 des Telegramms auf demselben Träger, die auf der Hoffnung beruht, daß eine Störung nicht während der gesamten Übertragungszeit vorhanden ist, führt in vielen Fällen nicht zum gewünschten Erfolg, insbesondere dann nicht, wenn das Zugangssteuersystem in der Umgebung eines kontinuierlich arbeitenden
10 schmalbandigen Störers betrieben werden muß.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren der gattungsgemäßen Art sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben, mit denen
15 eine deutliche Erhöhung der Zuverlässigkeit ohne wesentliche Kostensteigerung erreicht werden kann.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich ihres Verfahrensaspektes durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und
20 hinsichtlich des Vorrichtungsaspektes durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst.

Die Erfindung schließt den wesentlichen Gedanken ein, eine
25 mehrfache Übertragung eines zu übermittelnden Datentelegramms auf mindestens zwei unterschiedlichen Trägerfrequenzen vorzunehmen. Besonders effizient ist die Benutzung einer anderen Trägerfrequenz für jede der Übertragungen.

Die vorgeschlagene Maßnahme ist speziell bei den niedrigpreisigen Funk-Zugangssteuersystemen für Kraftfahrzeuge überraschend vorteilhaft, weil solche Systeme ohnehin kostengünstige Bauelemente mit hohen Toleranzen (beispielsweise Quarze und Oberflächenwellenfilter) nutzen und somit - nicht aus
30 technischer Erwägung, sondern aus Kostengründen - relativ breitbandig ausgelegt sind. Kleine bewußte Veränderungen der
35 Trägerfrequenz sind daher in solchen Systemen ohne nennenswerten Einfluß auf die Übertragungsparameter leicht möglich

bzw. können beim Entwurf der Systeme ohne wesentliche Kostenfolgen leicht mit berücksichtigt werden.

Das vorgeschlagene Verfahren, das im folgenden kurz als

- 5 "FORT(Frequency Offset Re-Transmission)"-Verfahren bezeichnet werden soll, erbringt bereits in seiner allgemeinsten Formulierung generell Vorteile, wenn der Empfänger eine Performance-Abhängigkeit von der Trägerfrequenz bzw. der Konstellation Trägerfrequenz-Störfrequenz zeigt, was sich bereits aus
10 statistischen Überlegungen ergibt. Wenn nämlich das Vorhandensein eines Störers über die mögliche Übertragungsdauer hinweg anzunehmen ist, so hat dieser natürlich ein bestimmtes, mehr oder weniger breites Störfrequenzspektrum, und die Wahrscheinlichkeit einer Verringerung dieses Störeinflusses
15 steigt mit Erhöhung der - durch mehrfache Übertragung bei unterschiedlichen Frequenzen erreichten - effektiven Erhöhung der Bandbreite der Nutzsignalübertragung an.

- Low-Cost-Systeme müssen aufgrund der Toleranzen breitbandiger
20 ausgelegt sein als eigentlich notwendig. Das heißt, daß der Empfänger in der Lage ist, nicht nur Signale auf der norminalen Trägerfrequenz verarbeiten zu können, sondern auch Signale mit leicht abweichenden Trägerfrequenzen (typisch: +/- 300 ppm) (→ Empfängerbandbreite).

25

- Die Veränderung der Trägerfrequenz hat nun nicht wie bei Mehrkanalsystemen zum Ziel, die (schmalbandigen) Störungen auszublenzen, sondern die Wirkung der Störung auf den Empfänger zu verändern. Dies setzt voraus, daß die Receiver-
30 Performance eine Abhängigkeit von der Konstellation Trägerfrequenz-Störfrequenz zeigt.

- Eine solche Abhängigkeit kann bei verschiedenen Empfängerkonzepten oder -implementierungen verschieden stark ausgeprägt
35 sein. Hat die Konstellation Trägerfrequenz-Störfrequenz innerhalb der zulässigen Empfängerbandbreite einen großen Einfluß auf die Performance - insbesondere wenn kleine Frequen-

zänderungen große Veränderungen hervorrufen - so ist das beschriebene Verfahren vorteilhaft einsetzbar. Ist dagegen kaum eine Abhängigkeit feststellbar, so bringt das beschriebene Verfahren keine Verbesserungen, ruft jedoch aber auch keine Nachteile hervor. Das heißt, das Verfahren läßt sich überall ohne nachteilige Wirkungen (abgesehen von einem minimal erhöhten Implementationsaufwand) einsetzen.

Die Verbesserung, die durch das beschriebene Verfahren erreicht wird, besteht dann in einer statistisch belegbaren höheren Rate erfolgreicher Telegramm-Übertragungen.

Besonders vorteilhaft ist das vorgeschlagene Verfahren in Bezug auf schmalbandige Störungen in Verbindung mit der Anwendung einer Spreizspektrum-Technik, insbesondere einer DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)-Übertragung.

Aus Simulationsrechnungen und allgemeinen Systembetrachtungen läßt sich herleiten, daß eine Frequenzabweichung zwischen den verschiedenen im Rahmen einer Mehrfachübertragung benutzten Trägerfrequenzen in der Größenordnung der Datenrate, insbesondere im Bereich eines Viertels bis hin zum Zweifachen der Datenrate, als zweckmäßig anzusehen ist. Derartige Differenzen werden von den in Rede stehenden Systemen ohne nennenswerte Parameteränderungen verkraftet und reichen für eine Vielzahl typischer Störsituationen aus.

In Fig. 2 ist eine spezielle Übertragungsfunktion einer Spreizsequenz bildlich dargestellt. Wie sich aus dem Vorhandensein ausgeprägter Maxima und Minima in dieser Kurve ohne weiteres ergibt, wirkt diese Übertragungsfunktion auf schmalbandige Störer wie ein Filter, das den Störer entweder abschwächt (Minimum) oder im ungünstigen Fall verstärkt (Maximum). Der mit der DSSS-Übertragung grundsätzlich erzielbare Gewinn wird also, je nach Lage des Störers, entweder vergrößert oder verringert, was sich natürlich direkt auf das Signal-/Rausch-Verhältnis und damit die Bitfehlerrate auswirkt.

Wird nun bei jeder neuen Übertragung eines Datentelegramms die Sendefrequenz leicht verändert, so stellt sich auch die empfängerseitige Trägerfrequenzregelung/Synchronisations-schaltung bei der Umsetzung des Empfangssignals ins Basisband auf diese veränderte Frequenz ein. Da aber das Störsignal -
5 entsprechend praxisgerechter Annahme - seine Frequenz nicht ändert, wird es bei jeder neuen Übertragung durch die Umsetzung ins Basisband auf eine andere Frequenz "abgebildet". Weil die Übertragungsfunktion der Spreizsequenz erst nach erfolgter Synchronisation im Basisband zur Wirkung gelangt, ergibt sich für jede Übertragung ein anderes Signal-/Rausch-
10 -Verhältnis. Wiederum aus statistischen Überlegungen ergibt sich dann, daß bei mehreren Übertragungen mindestens eine erfolgt ist, bei der ein höheres Signal-/Rausch-Verhältnis als
15 bei der ersten Übertragung - und damit bei einer konventionellen Übertragung ohne Trägerfrequenzverstimmung - erzielt wurde.

Hieraus ergibt sich, daß in einer Ausführungsvariante mit
20 Rückmeldefunktion des Empfängers die Übertragung solange mit unterschiedlichen Trägerfrequenzen durchgeführt wird, bis empfängerseitig ein Datentelegramm bitfehlerfrei aufgenommen wurde. Die mehrfache Übertragung könnte dann abgebrochen werden, was zu einer Verkürzung der Reaktionszeit des Zugangssteuersystems beitragen kann, die (wie oben bereits erwähnt)
25 einer der für den praktischen Einsatz kritischsten Parameter ist. (Bei einer Simplex-Übertragung kann nicht festgestellt werden, ob ein Telegramm fehlerfrei empfangen wurde.)

30 In einer weiteren Ausführungsvariante, die in Abhängigkeit vom konkreten Verhalten einer eingesetzten Synchronisations-schaltung zum Tragen kommen kann, wird nach Erlangung der Synchronisation durch eine zusätzliche, kontrollierte und ohne Synchronisationsverlust ablaufende Frequenzverstimmung eine
35 Verbesserung der Effektivität des Verfahrens für den Fall erreicht werden, daß Synchronisations-Performance und Bitfehler-Performance (bedingt durch die spezifische Übertragungs-

funktion der Spreizsequenz) kompensierende Wirkung haben sollten.

Der Betrag der Trägerfrequenzänderung muß nicht sehr genau
5 bestimmt sein, da deren Effekt (wie oben erläutert) sich statistisch begründet. Toleranzen im Bereich von $\pm 10\%$ sind ohne weiteres als zulässig anzusehen und bedeuten für die Realisierung in Low-Cost-Systemen einen erheblichen Vorteil.

- 10 Eine sehr einfache und kostengünstige Möglichkeit zur Realisierung der unterschiedlichen Trägerfrequenzen besteht in der Zuschaltung mindestens eines Kondensators, bevorzugt mehrerer Kondensatoren unterschiedlicher Kapazität und/oder in verschiedenen Zusammenschaltungen, zu einem Schwingquarz des
15 Trägerfrequenzgenerators, der durch den Kondensator bzw. die Kondensatoren gezielt verstimmt wird.

Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich im übrigen aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und den anschließenden
20 Erläuterungen von Meß- und Simulationsergebnissen. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer Vorrichtung zur Durchführung
25 des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer Ausführungsform,

Fig. 2 eine spezifische Übertragungsfunktion einer DSSS-
Übertragung und

30 Fig. 3 bis 6 Simulationsergebnisse zur Verdeutlichung der Erhöhung der Übertragungsqualität der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ("FORT") an Beispielen.

35 Fig. 1 zeigt in einer Prinzipskizze eine einfache Ausführung eines verstimmbaren Trägerfrequenzgenerators G, in dem ein konventioneller Schwingquarz Q wahlweise über einen von drei

Kondensatoren C1, C2, C3 mit unterschiedlicher Kapazität mit Masse (GND) verbunden ist und die Schwingungsfrequenz der Oszillatorschaltung O durch den jeweils zugeschalteten Kondensator beeinflusst wird. Die Oszillatorschaltung O liefert eine Referenzfrequenz f_R für eine PLL-Schaltung PLL, die - in an sich bekannter Weise - einen Phasendiskriminator PD, einen Tiefpaß LP, einen spannungsgesteuerten Oszillator VCO und einen :N-Teiler D in der üblichen und in Fig. 1 skizzierten Verschaltung aufweist und an deren Ausgang die Trägerfrequenz f_c als N-faches der Referenzfrequenz f_R bereitgestellt wird. Die Zuschaltung der Kondensatoren C1, C2 und C3 erfolgt durch eine Trägerfrequenzsteuereinheit FC gemäß einem vorgegebenen (beispielsweise in einem internen Programmspeicher der Frequenzsteuereinheit abgelegten) Ablauf. Die Kapazitäten der Kondensatoren sind derart gewählt, daß die Verstimmung des (ansonsten konventionell aufgebauten) Oszillators O so erfolgt, daß die resultierende Änderung der Trägerfrequenz in der Größenordnung der Datenrate liegt. Der zeitliche Ablauf der Trägerfrequenzvariation ist limitiert einerseits durch den Umfang des Datentelegramms und die Übertragungsrate und andererseits durch die geforderte Ansprechzeit des Systems, so daß für jeden Übertragungsvorgang (nach derzeitigem Erkenntnisstand) typischerweise einige zehn Millisekunden benötigt werden und eine Anzahl zwischen zwei und etwa zehn Übertragungen möglich ist.

Fig. 2 ist eine Darstellung einer Übertragungsfunktion einer zur DSSS-Übertragung gemäß einer Fortbildung des Verfahrens benutzten Spreizsequenz. Auf der Abszisse ist das Verhältnis f/f_{chip} und auf der Ordinate der Übertragungsgewinn aufgetragen. Wie oben bereits erwähnt, zeigt die Übertragungsfunktion, daß das vorgeschlagene Verfahren in Verbindung mit der Anwendung einer DS-Spreizspektrumtechnik aus statistischen Gründen einen Gewinn an Übertragungsqualität erbringt. Zur Verdeutlichung dessen sind in die graphische Darstellung drei willkürlich gewählte Trägerfrequenzen F1, F2 und F3 eingezeichnet. Diesen entsprechen Gewinn-Werte von etwa -2 dB, 0

bzw. +1 dB. Für eine beliebige Ausgangs-Trägerfrequenz (hier beispielsweise F2) besteht mithin eine mit der Anzahl der Variationsschritte ansteigende Wahrscheinlichkeit dafür, mit mindestens einem Variationsschritt ein günstigeres Signal-/Rausch-Verhältnis bezüglich eines schmalbandigen Störers zu erreichen als am Ausgangspunkt.

In den Figuren 3 bis 6 sind Simulationsergebnisse zum Vergleich einer konventionellen Datentelegrammübertragung auf konstanter Trägerfrequenz mit einer Übertragung bei variiertem Trägerfrequenz ("FORT") gegenübergestellt. Auf der Abszisse ist jeweils die Differenz aus dem Eingangs-Signal-/Rausch-Verhältnis S/N und dem durch den Einsatz der Spreizspektrumtechnik bedingten Prozeßgewinn G_p (bei Spreizfaktor 31 etwa 15 dB) aufgetragen und auf der Ordinate die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Übertragung in Prozent.

Folgende Annahmen wurden zur Ermittlung der Ergebnisse getroffen:

- Es liegt eine sehr schmalbandige Störung zufälliger Frequenz vor.
- Die Synchronisation hat keinen Einfluß auf die Performance.
- Das Eingangs- S/N -Verhältnis (S/N) wird durch den Wert der Spreizsequenz-Übertragungsfunktion bei der (auf das Basisband abgebildeten) Störfrequenz verändert. Für die Simulation bedeutet dies, daß bei jedem Durchlauf ein beliebiger Wert der Übertragungsfunktion gewählt wurde.
- Die Bitfehlerrate ergibt sich aus der Bitfehlerkurve für PSK (Phase Shift Keying) über AWGN-Kanal.
- Die Änderung der Trägerfrequenz bei FORT unterliegt einer gewissen Zufälligkeit infolge von Toleranzen der Bauteile.
- Ein Übertragungsversuch gilt als erfolgreich, wenn in mindestens einem Telegramm kein Bitfehler enthalten war.

10

Folgende Parameter der FORT-Übertragung wurden gewählt bzw. variiert:

- Telegrammlänge "I" (Anzahl der Bits): 128 und 32
- Frequenzänderung "foffset", bezogen auf Datenrate (Datenrate = $1/31 \cdot \text{Chipfrequenz } f_{\text{chip}}$): $0.5 \cdot \text{Datenrate}$ und $0.75 \cdot \text{Datenrate}$
- Toleranz der Frequenzänderung "tol": 10 % (\rightarrow z.B. foffset = $0.45 \dots 0.55 \cdot \text{Datenrate}$)
- Anzahl der Telegrammwiederholung "repeat": 2 und 3

10

Es zeigt sich, daß besonders im Bereich hoher Zuverlässigkeit (erfolgreiche Übertragungsversuche > 95 %) der Einsatz der FORT-Methode Vorteile bringt. Der Gewinn im Eingangs-S/N-Verhältnis beträgt hier 2 dB und mehr.

15

Die Ausführung der Erfindung ist nicht auf die oben skizzierten Beispiele beschränkt, sondern auch in einer Vielzahl von Abwandlungen möglich. So bestehen insbesondere weitere Möglichkeiten zur gesteuerten Variation der Trägerfrequenz und weitere Möglichkeiten einer Verbindung des vorgeschlagenen Verfahrens mit Spreizspektrum-Techniken und fortgeschrittenen Modulations- bzw. Codierungsverfahren. Grundsätzlich ist das Verfahren auch bei Duplex-Datenübertragungen mit Vorteil einsetzbar.

20

Patentansprüche

1. Verfahren zur Simplex-Datenübertragung eines einer Trägerfrequenz aufmodulierten Datentelegramms, insbesondere zur
5 Simplex-Funkübertragung in einem Funk-Zugangssteuersystem, bei dem das Datentelegramm zur Erhöhung der Störsicherheit mehrfach übertragen wird,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Mehrfachübertragung bei mindestens zwei unterschiedlichen
10 Trägerfrequenzen ausgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
für jede von mehr als zwei Übertragungen eine andere Träger-
15 frequenz benutzt wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Datentelegramm eine Spreizung mittels einer vorgegebenen
20 Spreizsequenz, insbesondere mittels des DSSS-Verfahrens, auf-
geprägt erhält.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
25 die unterschiedlichen Trägerfrequenzen eine Frequenzdifferenz
in der Größenordnung der Datenrate des Datentelegramms, ins-
besondere im Bereich eines Viertels bis zum Zweifachen der
Datenrate aufweisen.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Einstellung der unterschiedlichen Trägerfrequenzen inner-
halb eines Toleranzbereiches von mindestens $\pm 10\%$ erfolgt.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Übertragung solange mit jeweils anderer Trägerfrequenz

ausgeführt wird, bis empfangenseitig ein Datentelegramm bitfehlerfrei aufgenommen wurde.

- 5 7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
einen Trägerfrequenzgenerator (G), der einen über mindestens einen Kondensator (C1, C2, C3) verstimmbaren Schwingquarz (Q) aufweist.
- 10 8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Trägerfrequenzgenerator (G) mehrere Kondensatoren (C1, C2, C3) sowie einen Schalter (S) aufweist, welcher, insbeson-
15 dere programmgesteuert, zur Erzeugung unterschiedlicher Trägerfrequenzen einer Mehrfachübertragung jeweils einen oder mehrere der Kondensatoren dem Schwingquarz (Q) zuschaltet.
- 20 9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,
gekennzeichnet durch
eine Trägerfrequenzsteuereinrichtung (FC) zur Einstellung der unterschiedlichen Trägerfrequenzen bei einer Mehrfachübertragung.

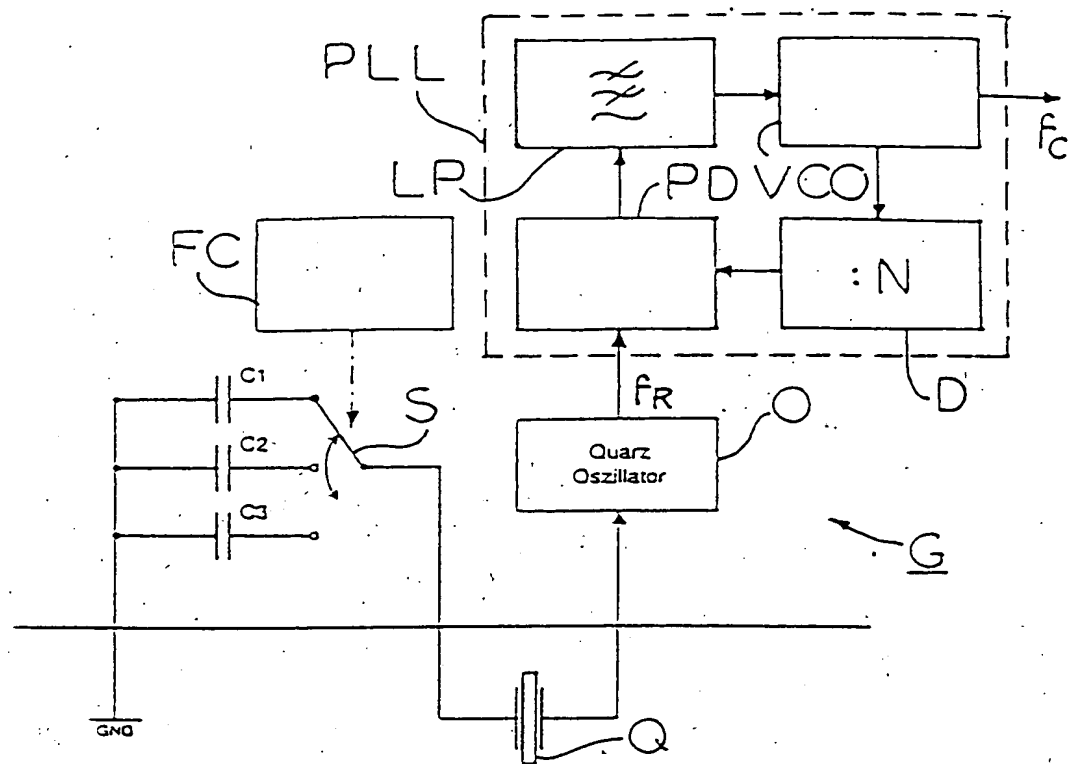


Fig. 1

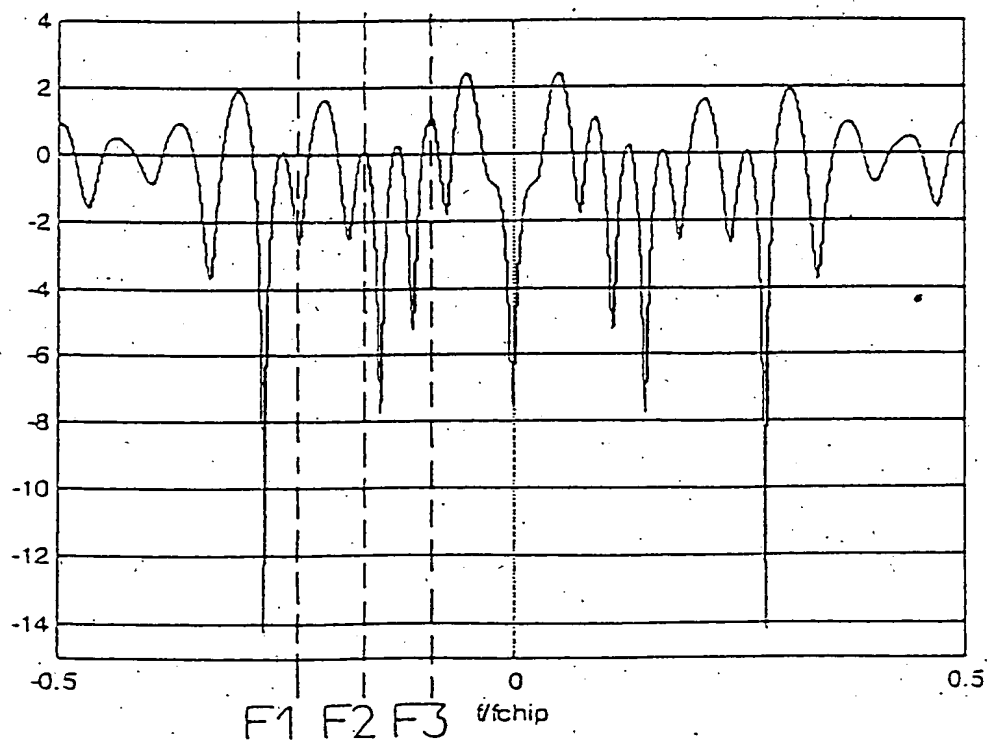
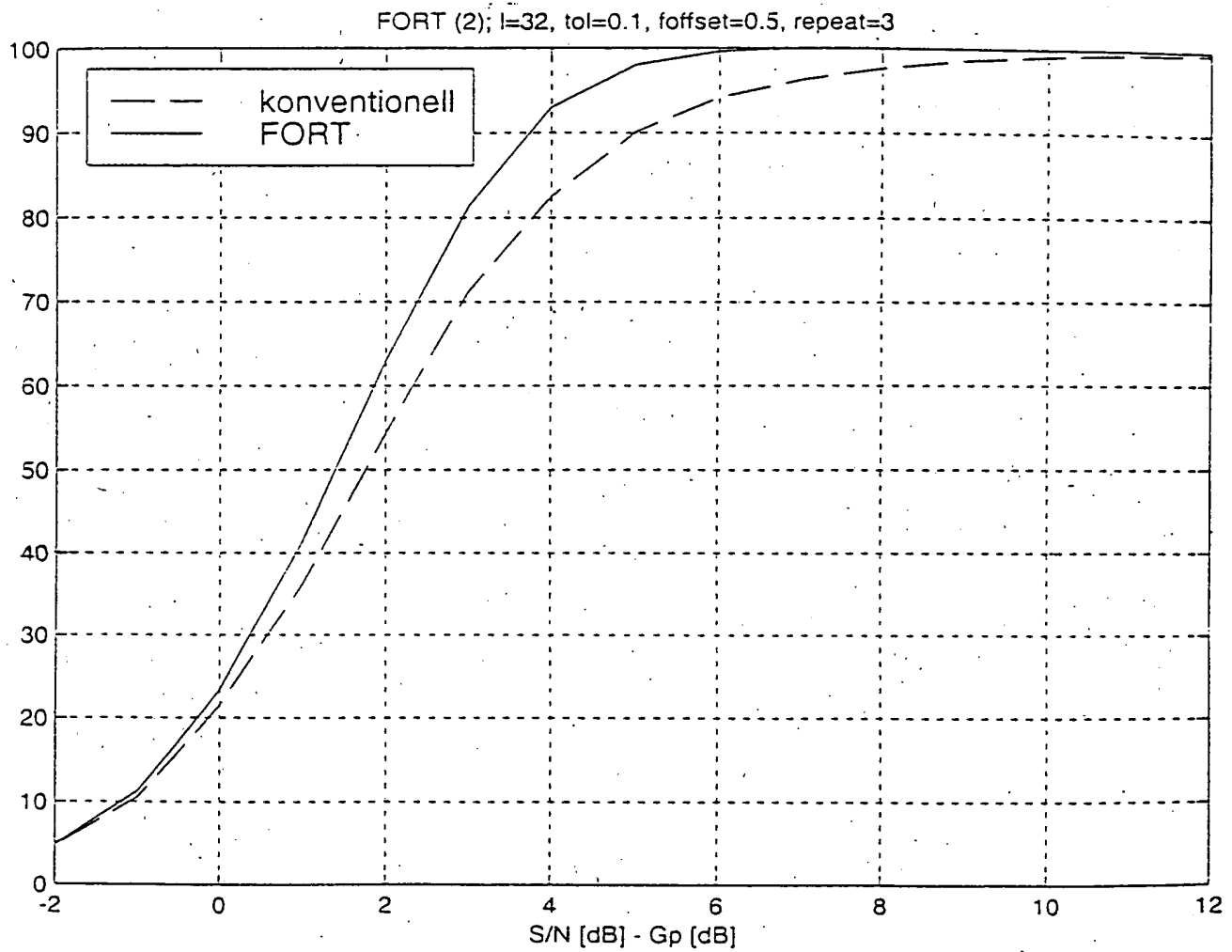
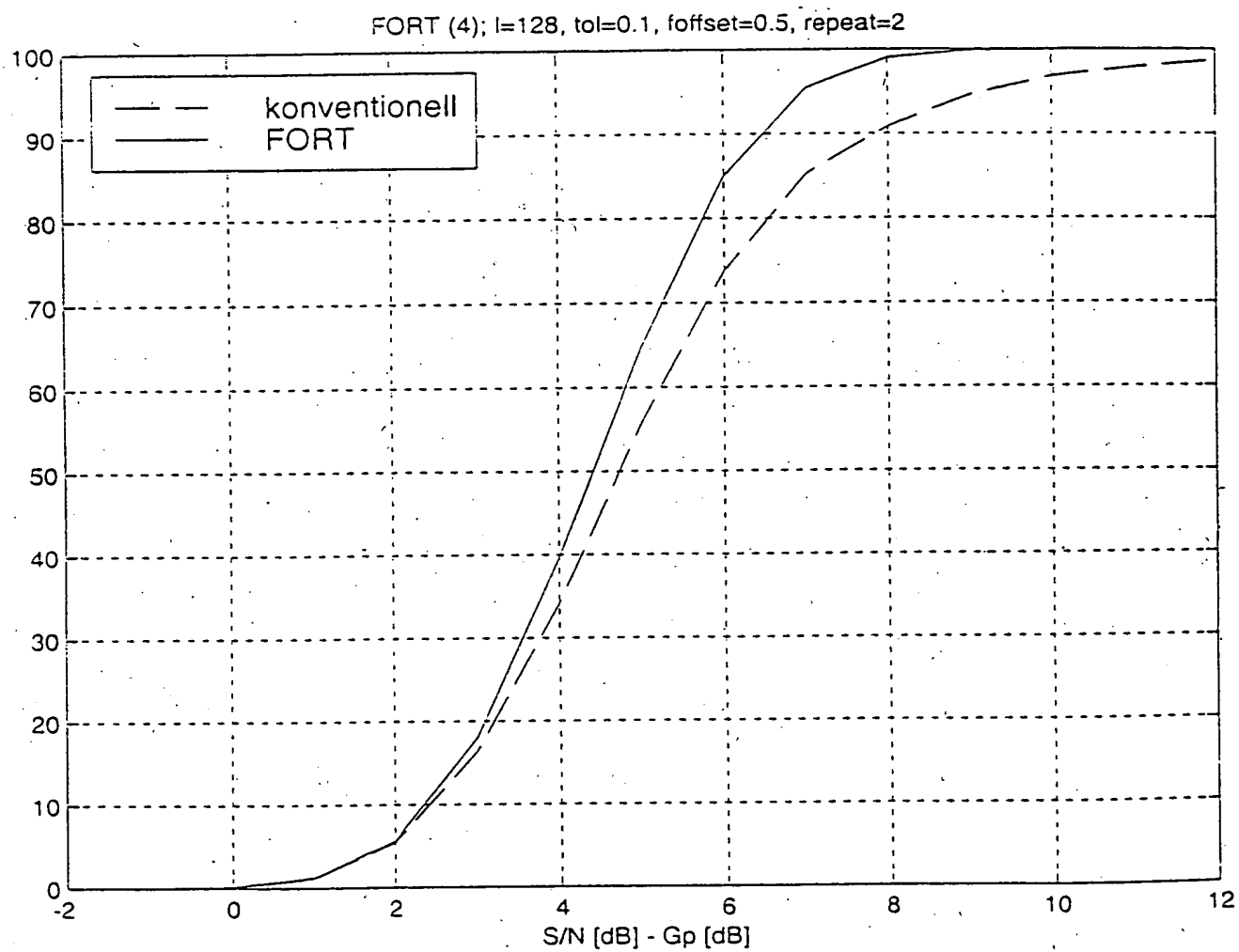
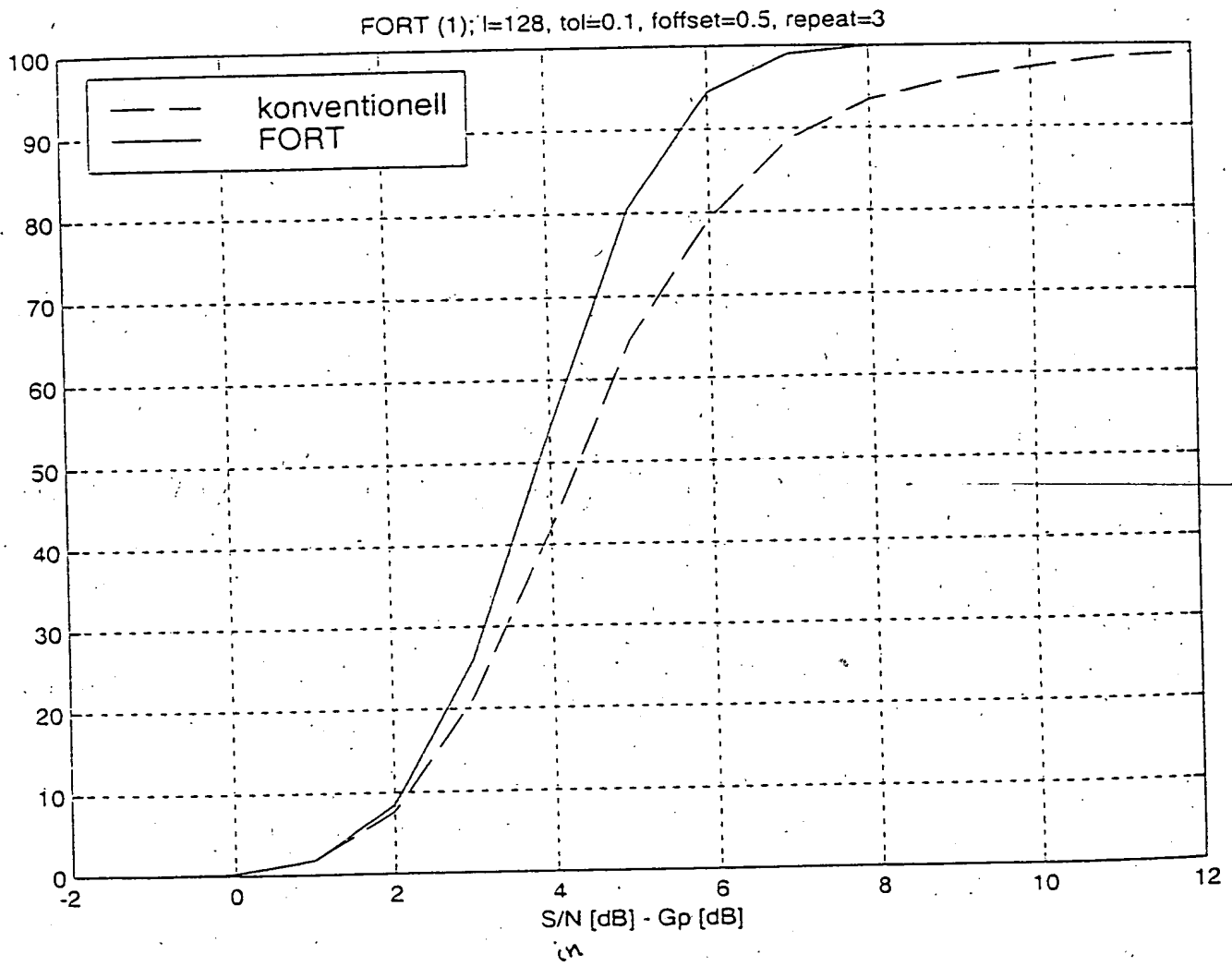


Fig. 2

**Fig. 3**

**Fig. 4**

**Fig. 5**

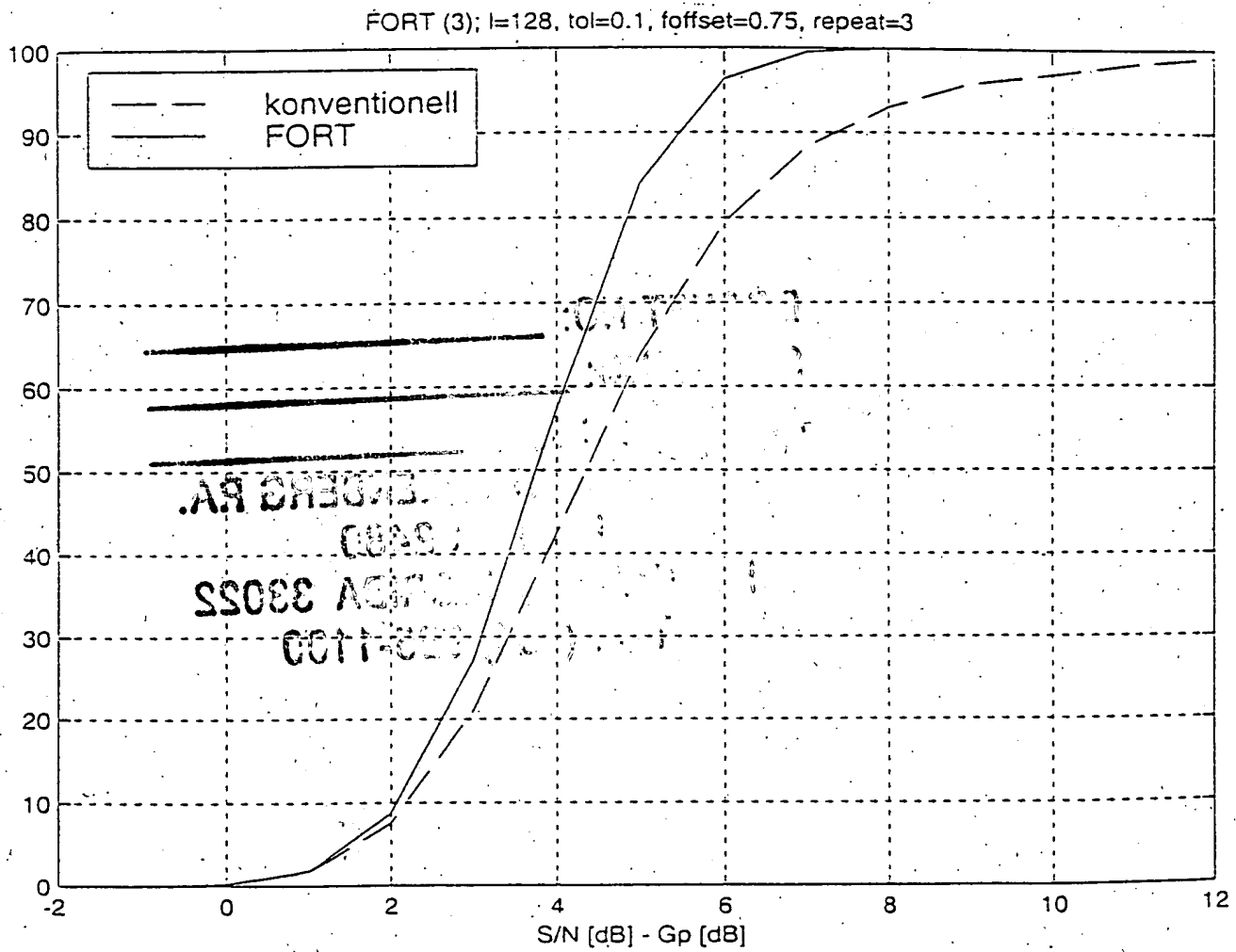


Fig. 6